

Ortsbewegliche Gasflaschen  
**Nahtlose wiederbefüllbare Großflaschen aus Stahl mit einem  
 Fassungsraum zwischen 150 l und 3 000 l**  
 Gestaltung, Konstruktion und Prüfung  
 (ISO 11120 : 1999) Deutsche Fassung EN ISO 11120 : 1999

**DIN**  
**EN ISO 11120**

ICS 23.020.30

Gas cylinders — Refillable seamless steel tubes of water capacity  
 between 150 l and 3 000 l — Design, construction and testing  
 (ISO 11120 : 1999);  
 German version EN ISO 11120 : 1999

Bouteilles à gaz — Tubes en acier sans soudure rechargeables d'une  
 contenance en eau de 150 l à 3 000 l — Conception, construction et  
 essais (ISO 11120 : 1999);  
 Version allemande EN ISO 11120 : 1999

**Die Europäische Norm EN ISO 11120 : 1999 hat den Status einer Deutschen Norm.**

### **Beginn der Gültigkeit**

EN ISO 11120 : 1999 wurde am 20. Februar 1999 angenommen.

### **Nationales Vorwort**

Die vorliegende Europäische Norm EN ISO 11120 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 58 „Gasflaschen“ erarbeitet.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 11114-1 siehe DIN EN ISO 11114-1

### **Nationaler Anhang NA (informativ)**

#### **Literaturhinweise**

DIN EN ISO 11114-1

Ortsbewegliche Gasflaschen — Verträglichkeit von Werkstoffen für Gasflaschen und Ventile mit den in Berührung kommenden Gasen — Teil 1: Metallische Werkstoffe (ISO 11114-1 : 1997) (enthält Berichtigung AC : 1998); Deutsche Fassung EN ISO 11114-1 : 1997

Fortsetzung 21 Seiten EN

Normenausschuß Druckgasanlagen (NDG) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

– Leerseite –

**Deutsche Fassung**

Ortsbewegliche Gasflaschen

**Nahtlose wiederbefüllbare Großflaschen aus Stahl  
mit einem Fassungsraum zwischen 1501 und 3 000 l**

Gestaltung, Konstruktion und Prüfung  
(ISO 11120 : 1999)

Gas cylinders — Refillable seamless steel tubes of water capacity between 1501 and 3 000 l — Design, construction and testing (ISO 11120 : 1999)

Bouteilles à gaz — Tubes en acier sans soudure rechargeables d'une contenance en eau de 1501 à 3 000 l — Conception, construction et essais (ISO 11120 : 1999)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 20. Februar 1999 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

**CEN**

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation

**Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel**

## Inhalt

|                                                                                                | Seite |                                                                                                                                                                                       | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort .....                                                                                  | 2     | Anhang A (normativ) Chemische Eingruppierung von ISO-Hochdruck-Großflaschen/Flaschen .....                                                                                            | 10    |
| Einleitung .....                                                                               | 2     | Anhang B (normativ) Ultraschallprüfung .....                                                                                                                                          | 10    |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                      | 3     | Anhang C (informativ) Beschreibung, Bewertung von Herstellungsfehlern und Bedingungen für die Zurückweisung von nahtlosen Großflaschen aus Stahl zum Zeitpunkt der Sichtprüfung ..... | 13    |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                 | 3     | Anhang D (informativ) Abnahme-Bescheinigung ...                                                                                                                                       | 18    |
| 3 Definitionen .....                                                                           | 3     | Anhang E (informativ) Liste zur Abnahmeprüfung ..                                                                                                                                     | 21    |
| 4 Symbole .....                                                                                | 3     | Literaturhinweis .....                                                                                                                                                                | 21    |
| 5 Überprüfung .....                                                                            | 4     | Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen .....                                                | 21    |
| 6 Werkstoffe .....                                                                             | 4     |                                                                                                                                                                                       |       |
| 7 Gestaltung .....                                                                             | 5     |                                                                                                                                                                                       |       |
| 8 Bau und Ausführung .....                                                                     | 5     |                                                                                                                                                                                       |       |
| 9 Los-Prüfungen .....                                                                          | 6     |                                                                                                                                                                                       |       |
| 10 Prüfungen an jeder Flasche .....                                                            | 7     |                                                                                                                                                                                       |       |
| 11 Besondere Anforderungen an Großflaschen für Gase, die zur Wasserstoffversprödung führen ... | 8     |                                                                                                                                                                                       |       |
| 12 Kennzeichnung .....                                                                         | 9     |                                                                                                                                                                                       |       |

## Vorwort

Der Text der EN ISO 11120 : 1998 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 58 „Gas cylinders“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 23 „Ortsbewegliche Gasflaschen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 1999, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 1999 zurückgezogen werden.

Diese Europäische Norm wurde zur Bezugnahme ins ADR/RID und/oder in die technischen Anhänge des ADR/RID vorgeschlagen. Daher gelten die in diesem Zusammenhang in den normativen Verweisungen aufgeführten Normen, welche Grundanforderungen des ADR/RID umfassen, die in der vorliegenden Norm nicht behandelt wurden nur dann als normativ, wenn diese Normen selbst im ADR/RID und/oder in den technischen Anhängen des ADR/RID in Bezug genommen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

## Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 11120 : 1999 wurde von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

ANMERKUNG: Die normativen Verweisungen auf internationale Normen sind im Anhang ZA (normativ) aufgeführt.

Die Anhänge A und B sind integraler Bestandteil dieser Norm.

Die Anhänge C, D und E dienen nur der Information.

## Einleitung

Zweck der vorliegenden Internationalen Norm ist die Festlegung von Konstruktion, Herstellung, Inspektion und Zulassung von Großflaschen für den weltweiten Gebrauch.

Ziel ist es, ein Gleichgewicht zu finden zwischen Konstruktion und wirtschaftlicher Effizienz sowie internationaler Akzeptanz und allgemeiner Anwendbarkeit.

Diese Internationale Norm soll bestehende Unklarheiten hinsichtlich Klima, Mehrfach-Prüfungen und Einschränkungen infolge des Nichtvorhandenseins von Internationalen Normen beheben. Diese Internationale Norm wurde nicht dafür erstellt, um bestehende Gegebenheiten eines Landes oder einer Region wiederzugeben.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Mindestanforderungen fest an Werkstoff, Gestaltung, Konstruktion, Bau, Inspektion und Zulassung und das Herstellungsverfahren von wiederbefüllbaren vergüteten, nahtlosen Großflaschen aus Stahl mit einem Fassungsraum von 150 l bis 3 000 l, für verdichtete und verflüssigte Gase, die weltweit extremen Umgebungstemperaturen (üblicherweise zwischen  $-50^{\circ}\text{C}$  und  $+65^{\circ}\text{C}$ ) ausgesetzt sind. Diese Internationale Norm gilt für Flaschen mit einer maximalen Zugfestigkeit von weniger als 1 100 MPa.

Für Transport und Vertrieb verdichteter Gase können diese Großflaschen einzeln oder in Batterien für die Ausrüstung von Straßenfahrzeugen oder Schienenfahrzeugen (ISO-Module) verwendet werden.

In dieser Internationalen Norm werden zusätzliche Beanspruchungen, die während des Betriebes oder des Transports auftreten können, z. B. Biegebeanspruchungen usw., nicht berücksichtigt.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieser Internationalen Norm sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieser Internationalen Norm werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Die Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

ISO 148<sup>1)</sup>

Stahl — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy (Spitzkerb)

ISO 6506<sup>2)</sup>

Metallische Werkstoffe — Härteprüfung — Brinellprüfung

ISO 6892

Metallische Werkstoffe — Zugversuch

ISO 11114-1

Ortsbewegliche Gasflaschen — Verträglichkeit von Werkstoffen für Gasflaschen und Ventile mit den in Berührung kommenden Gasen — Teil 1: Metallische Werkstoffe

ISO 11484

Stahlrohre für Druckbeanspruchung — Qualifikation und Zertifizierung von Personal für die zerstörungsfreie Prüfung (ZfP)

## 3 Definitionen

### 3.1

#### Streckgrenze

Wert, welcher der 0,2 %-Dehngrenze  $R_{p0,2}$  entspricht.

### 3.2

#### Abschrecken

Härtendes Wärmebehandlungsverfahren, bei dem die Großflasche auf eine Einheitstemperatur des Stahls oberhalb des oberen kritischen Punktes ( $A_{c3}$ ) für eine ausreichende Zeit erwärmt worden ist, anschließend in einem geeigneten Medium schnell abgekühlt wird.

### 3.3

#### Anlassen

Weichglühen durch Wärmebehandlung nach dem Abschrecken, bei der die Großflasche einer gleichbleibenden Temperatur unterhalb des unteren kritischen Punktes ( $A_{c1}$ ) des Stahls für eine ausreichende Zeit ausgesetzt wird.

### 3.4

#### Großflasche

Eine Großflasche mit zwei Enden, die aus einem nahtlosen Rohr hergestellt wurde.

### 3.5

#### Prüflos

Eine Anzahl bis 200 Großflaschen mit gleichem Nenn-durchmesser, gleicher Dicke und Auslegung aus Rohren gleicher Schmelze und gleicher Wärmebehandlung.

### 3.6

#### Prüfdruck

Geforderter Druck ( $p_h$ ), der während der Druckprüfung zur Anwendung kommt.

### 3.7

#### Beanspruchungsfaktor

$F$

Verhältnis der entsprechenden Wandbeanspruchung bei Prüfdruck ( $p_h$ ) zum garantierten Mindestwert der Streckgrenze ( $R_e$ ).

## 4 Symbole

| Symbol | Definition                                                          |
|--------|---------------------------------------------------------------------|
| $a$    | Berechnete Mindestwanddicke der zylindrischen Teile in Millimetern  |
| $a'$   | Garantierte Mindestwanddicke der zylindrischen Teile in Millimetern |
| $A$    | Bruchdehnung in Prozent                                             |
| $D$    | Nennaußendurchmesser der Gasflasche in Millimetern                  |
| $f$    | Konstante für den Beanspruchungsfaktor (siehe 11.3)                 |
| $F$    | Beanspruchungsfaktor siehe 3.7                                      |
| $L_o$  | Ursprüngliche Meßlänge der Zugprobe in Millimetern, siehe ISO 6892  |

(fortgesetzt)

<sup>1)</sup> Wird durch ISO 148-1, ISO 148-2 und ISO 148-3 ersetzt.

<sup>2)</sup> Wird durch ISO 6506-1, ISO 6506-2 und ISO 6506-3 ersetzt.

(abgeschlossen)

| Symbol                             | Definition                                                                                  |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| $p_h$                              | Prüfüberdruck bei Wasserdruckprüfung in bar <sup>a)</sup> über atmosphärischem Druck        |
| $R_e$                              | Garantierter Mindestwert der Streckgrenze in Megapascal                                     |
| $R_{ea}$                           | Tatsächlicher Wert der Streckgrenze in Megapascal, bestimmt durch den Zugversuch            |
| $R_g$                              | Garantierter Mindestwert der Zugfestigkeit in Megapascal                                    |
| $R_m$                              | Tatsächlicher Wert der Zugfestigkeit in Megapascal, bestimmt durch den Zugversuch           |
| $S_o$                              | Ursprüngliche Querschnittsfläche der Zugprobe, entsprechend ISO 6892, in Quadratmillimetern |
| a) 1 bar = 100 kPa; 1 MPa = 10 bar |                                                                                             |

## 5 Überprüfung

Eine Konformitätsbewertung ist erforderlich nach den jeweiligen Regeln der Länder, in denen die Großflaschen verwendet werden.

Um sicherzustellen, daß die Großflaschen dieser Internationalen Norm entsprechen, müssen sie einer Prüfung nach den Abschnitten 9 und 10 durch eine autorisierte Zulassungsstelle (genannt „Prüfer“) der jeweiligen Länder unterzogen werden. Der Prüfer muß für die Prüfung von Großflaschen fachkundig sein.

## 6 Werkstoffe

### 6.1 Allgemeine Anforderungen

**6.1.1** Die zur Herstellung der Großflaschen verwendeten Stähle müssen die Anforderungen von 6.2, 6.3 und 6.4 erfüllen.

Stähle für die Herstellung von Hochdruck-Großflaschen müssen anerkannten nationalen oder internationalen Zusammensetzungen mit geprüfter Zuverlässigkeit ent-

sprechen. Diese Stähle müssen zu einer der chemischen Gruppen, die in Anhang A dargestellt sind, gehören.

Neue Stahlzusammensetzungen und Stähle, für die bei der Großflaschenkonstruktion nur geringe Erfahrungen vorliegen, müssen vollständig geprüft werden und von einer nationalen Behörde zugelassen sein sowie aus nicht weniger als fünf Stahlschmelzen hergestellt worden sein.

Der Hersteller der gefertigten Großflasche muß für das gelieferte Rohr eine detaillierte Spezifikation mit Toleranzen anfordern einschließlich:

- der chemischen Zusammensetzung;
- der Maße;
- der Oberflächenbeschaffenheit.

**6.1.2** Stähle für die Herstellung von Großflaschen müssen voll beruhigt sein.

**6.1.3** Der Großflaschen-Hersteller muß Zertifikate für ein Referenz-Wärmebehandlungsverfahren zur Verfügung stellen, das für die End-Wärmebehandlung repräsentativ ist.

ANMERKUNG: Ergänzende Anforderungen hinsichtlich Großflaschen für die Verwendung von verspröden Gasen sind im Abschnitt 11 enthalten.

### 6.2 Chemische Zusammensetzung der Stähle

**6.2.1** Ein Stahl ist durch seinen Herstellungsprozeß und seine chemische Zusammensetzung bestimmt.

Die Stahlherstellung ist durch Hinweis auf ein bestimmtes Verfahren (Sauerstoffblasen, Elektroöfen oder gleichwertiges) und auf das Entgasungsverfahren bestimmt.

Die chemische Zusammensetzung muß mindestens wie nachfolgend angegeben definiert werden:

- Kohlenstoff-, Mangan- und Siliziumgehalte in allen Fällen;
- Chrom-, Nickel-, Molybdän-, Vanadium- oder Niobgehalte, wenn sie Legierungsbestandteile sind und zu diesem Zwecke zugefügt wurden;
- maximale Schwefel- und Phosphorgehalte in allen Fällen.

Die Kohlenstoff-, Mangan- und Siliziumgehalte und, wenn gefordert, Chrom-, Nickel-, Molybdän-, Vanadium- oder Niobgehalte müssen innerhalb solcher Grenzwerte angegeben werden, daß sie die Differenzen zwischen den maximalen und minimalen Werten der Schmelzanalyse nicht überschreiten, wie in Tabelle 1 angegeben:

**Tabelle 1: Toleranzen der chemischen Zusammensetzung**

| Element     | Gehalt               | Zulässige Abweichung |
|-------------|----------------------|----------------------|
| Kohlenstoff | < 0,30 %<br>≥ 0,30 % | 0,06 %<br>0,07 %     |
| Mangan      | Alle Werte           | 0,30 %               |
| Silizium    | Alle Werte           | 0,30 %               |
| Chrom       | < 1,50 %<br>≥ 1,50 % | 0,30 %<br>0,50 %     |
| Nickel      | Alle Werte           | 0,40 %               |
| Molybdän    | Alle Werte           | 0,15 %               |
| Vanadium    | Alle Werte           | 0,10 %               |
| Niob        | Alle Werte           | 0,10 %               |

Elemente, die in der Aufstellung der chemischen Zusammensetzung nicht enthalten sind, dürfen nicht absichtlich zugesetzt werden und ihr Maximalgehalt muß für eine gute Technik der Stahlherstellung sprechen.

**6.2.2** Die maximalen Schwefel- und Phosphorgehalte in der Schmelzanalyse dürfen jeweils den Wert von 0,020 % und ihre Summe darf den Wert von 0,030 % nicht übersteigen. Kontrollanalysen der Halbzeuge dürfen den Wert von 0,025 % bzw. 0,035 % nicht übersteigen.

**6.2.3** Der Hersteller der fertigen Großflaschen muß sich die Schmelzanalysen von den für die Flaschenkonstruktion verwendeten Stählen beschaffen und bereitstellen.

### 6.3 Wärmebehandlung

**6.3.1** Jede Großflasche muß wärmebehandelt sein, und für jede Stufe der Wärmebehandlung, z. B. Vergüten, muß das Wärmebehandlungsverfahren eine Aufzeichnung enthalten über:

- die Temperatur;
- das Temperatur-Haltezeit;
- das Kühlmedium.

**6.3.2** Die Wärmebehandlung muß so ausgeführt werden, daß keine übermäßigen Beanspruchungen entstehen, die in der Großflasche zu irreversiblen Fehlern führen können.

**6.3.3** Die Austenitisierungstemperatur vor dem Abschrecken und vor dem Normalglühen muß innerhalb von  $\pm 30^\circ\text{C}$  der Haltetemperatur der betreffenden Stahlsorte festgelegt werden, darf jedoch nicht unter dem oberen kritischen Punkt ( $A_{c3}$ ) des entsprechenden Stahls liegen.

**6.3.4** Das Abschrecken in einem anderen Medium als Mineralöl ist zulässig, vorausgesetzt, daß durch die Methode rißfreie Großflaschen hergestellt werden, das bei der zerstörungsfreien Prüfung nachgewiesen werden kann.

**6.3.5** Die Anlaßtemperatur muß innerhalb von  $\pm 30^\circ\text{C}$  von der Temperatur liegen, für welche die festgelegten garantierten mechanischen Eigenschaften festgelegt wurden, sie darf jedoch nicht unter  $540^\circ\text{C}$  liegen.

### 6.4 Mechanische Eigenschaften

Der Werkstoff der gefertigten Großflasche muß den Anforderungen von 9.2 und 10.4 genügen.

### 6.5 Nichterfüllung der Prüfanforderungen

**6.5.1** Für den Fall der Nichterfüllung der Prüfanforderungen muß eine Wiederholungsprüfung oder eine wiederholte Wärmebehandlung und Wiederholungsprüfung, wie folgt, durchgeführt werden:

- a) Wenn ein Fehler bei der Durchführung einer Prüfung oder ein Irrtum bei der Messung auftritt, ist eine zweite Prüfung an der gleichen Flasche, wenn möglich, durchzuführen. Wenn die Ergebnisse dieser Prüfung zufriedenstellend sind, ist die erste Prüfung zu ignorieren.
- b) Wenn die Prüfung in zufriedenstellender Weise durchgeführt wurde, muß der Grund für das Versagen festgestellt werden.
  - 1) Wenn das Versagen auf die angewendete Wärmebehandlung zurückzuführen ist, darf der Hersteller alle Flaschen des Prüfloses einer weiteren Wärmebehandlung(en) unterziehen.
  - 2) Wenn das Versagen nicht auf die angewendete Wärmebehandlung zurückzuführen ist, müssen alle als fehlerhaft identifizierten Flaschen als Ausschuß angesehen oder durch eine anerkannte Methode repariert werden. Die verbleibenden

Flaschen müssen als neues Prüflos angesehen werden.

In beiden Fällen muß dieses neue Prüflos durch den Prüfer wiedergeprüft werden. Alle relevanten Los-Prüfungen zum Nachweis des neuen Loses müssen nochmals durchgeführt werden. Wenn eine oder mehrere Prüfungen sich als auch nur teilweise unzufriedenstellend erweisen, müssen alle Flaschen dieses Prüfloses als Ausschuß angesehen werden.

**6.5.2** Wird eine erneute Wärmebehandlung gefordert, müssen Flaschen entweder angelassen oder erneut normalgeglüht werden. Es sind nur zwei reaustenitische Behandlungen zulässig. Wann immer eine Flasche erneut wärmebehandelt wurde, muß die Mindestwanddicke in der gefertigten Flasche geprüft werden.

## 7 Gestaltung

### 7.1 Berechnung der Wanddicke des zylindrischen Teils

Die garantierte Mindestwanddicke der zylindrischen Teile ( $a'$ ) darf nicht kleiner sein als der nach der Gleichung errechnete Wert:

$$a = \frac{D}{2} \left( 1 - \sqrt{\frac{10FR_e - \sqrt{3}p_h}{10FR_e}} \right)$$

Dabei ist der Wert für  $F$  der kleinere von:

$$\frac{0,65}{R_e/R_g} \text{ oder } 0,85$$

$R_e/R_g$  darf 0,90 nicht überschreiten.

Zusätzliche Anforderungen für Großflaschen zur Anwendung mit Gasen, die zur Wasserstoffversprödung führen, sind in Abschnitt 11 enthalten.

ANMERKUNG: Regionale internationale Vereinbarungen können die Höhe des F-Faktors begrenzen.

### 7.2 Gestaltung der Enden (Hals und Boden)

Die Enden der Großflasche müssen in etwa hemisphärisch sein mit einer Wanddicke, die nicht unter der berechneten Wanddicke  $a$  liegt.

Die Maße der Bodenformen müssen für jedes Modell festgelegt werden unter Berücksichtigung der Spannungsverteilung und des Herstellungsprozesses.

Für eine vollständige Sichtprüfung der Innenseite der Flaschenwand muß eine ausreichende Öffnung an den Halsenden der Flaschen vorgesehen werden. Der Nenn-durchmesser der Öffnungen muß  $> D/12$  betragen.

ANMERKUNG: Eine Spannungsanalyse sollte ausgeführt werden, um sicherzustellen, daß die Auslegungsgrenzen nicht überschritten wurden, besonders bei großen Öffnungen.

Wenn die Enden mit einem Gewinde versehen sind, muß die Dicke am Gewindefuß ausreichend für die sich entwickelnden Beanspruchungen in diesem Teil sein.

## 8 Bau und Ausführung

### 8.1 Allgemeines

Die Großflasche muß aus nahtlosem Stahlrohr, durch Warmwalzen, Ziehen oder Schmieden, hergestellt sein.

Die Enden müssen warmgeformt sein, entweder durch Schmieden oder Spinning-Verfahren.